

浅谈平台式集装箱偏载检测仪设计检测思路

天津华北衡器有限公司 毕伟 刘生辉

天津计量科学研究院 范占峰

【摘要】集装箱由于其可以方便地将散状物料作为一件物品，通过汽车、火车、轮船进行门对门交接，得到广大货主的欢迎。但由于货物在集装箱内不能直接可以观察到，在运输过程中出现了一些问题。本文就平台式集装箱偏载检测仪的设计、检测的一些思路进行探讨，与感兴趣的同仁交流。

【关键词】平台式 集装箱偏载检测仪 设计 检测

一、前言

集装箱能长期的反复使用，具有足够的强度；途中转运不用移动箱内货物，就可以直接换装；可以进行快速装卸，并可从一种运输工具直接方便地换装到另一种运输工具；便于货物的装满和卸空等优势，所以许多散状物品大量采用集装箱作为承载器具使用。在广泛使用的同时，也不可避免地出现了一些超出集装箱额定载荷、箱内物品偏载等影响运输安全的现象。集装箱运输是一项涉及多部门的协同作业过程，所以除了集装箱箱体本身的限重外，还有一些其他因素需要考虑：码头和堆场的机械设备负荷、配套的公路运输限重、船公司的舱位/重量平衡等问题。

铁路和海运部门高度重视，制定了《铁路货车超偏载检测装置》(TB/T3096—2004)、《铁路货车超偏载检测装置检定规程》(JJG(铁道)129—2004)、《铁路货物装载加固规则》(铁运[2006]161号)有关行业规定。虽然市场需求是科技产品发展导向，但是因没有统一的标准，国内各厂家方案混乱，整体未达到市场需求。

目前国内主要港口：宁波港、上海港、天津港、广州港、苏州港、青岛港、大连港、唐山港、秦皇岛港、营口港。以天津港为例，天津港位于渤海湾上的海河入海口，天津港是中国最大的人工海港，是我国对外贸易的重要口岸。天津港主要分为北疆、南疆、东疆、海河四大港区，下属二级企业和及关联公司 169 家，包括集装箱、站场堆场、散货物流、库房、货运公司、燃油码头等，其中大部站场码头仓储库房与铁路运输接驳，每条转运线路至少配置 1 台配载仪，按每站场

4 条线路估算，仅天津港码头站场需求不低于 400 台。以此类推全国仅海运码头 5000 台需求量。同时铁路、陆路运输市场更为广大。

二、设计思路

1. 几种思路

(1) 检测方式有如下几种：

① 整车称重通过传感器受力不同进行逻辑判断，缺点是误差大；

② 轴重仪对整车逐轴称重，缺点是只能测前后偏载；

③ 吊具牵引测偏载，通过对吊具的改造测试四角牵引受力，可以随着吊运集装箱的同时进行检测重量，缺点是由于在线测量受到钢丝绳弹力影响和风力影响，误差比较大，并且危险系数较高；

④ 轨道衡检测，缺点是一旦发现问题需要卸车二次装车，事后成本高。

(2) 集装箱静态超偏载检测系统简介：

集装箱至少 4 个载荷传递区对准固定的称量单元上，通过集装箱的载荷传递区承载全部集装箱重量，分别检测 4 个称量单元的重量信号，得到了集装箱重量，对集装箱纵、横轴向重量分布测定，计算出集装箱偏载、偏重数据，精确测定出集装箱中心位置，将集装箱中心点与纵横中心线交叉点同时显示在屏幕上，依据《铁路货物装载加固规则》规定的偏载、偏载数值，对被检集装箱所测结果进行比对判别，得出（合格/不合格）结论，同时 4 个称量单元的重量之和能测量出集装箱总重量。在输送集装箱的同时，只要合理选择安装位置，可以完成集装箱的偏载检测与称重，并对超载、超偏载范围等进行报警。

2. 平台式结构

按照 GB/T1413《系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量》的规定，平台式集装箱检测仪设计的最大秤量 Max 为 60t，这个检测仪由四个秤量 Max_i 为 15t 的称量单元、称重仪表、计算机组成一个系统，固定安装在输送集装箱运输的必经之路上。

四个称量单元按照集装箱底部结构中载荷传递区的具体要求规定，两个称量单元并排安装，两组间隔一定距离，保证在称量期间至少有两对载荷传递区作用在承载器上。



图1 平台式集装箱检测仪



图2 检测仪正在对集装箱称量

三、检测思路

按照国际海洋公约的国际海上人命安全公约（SOLAS）规定：集装箱纵向重量间的误差不得超过 $\pm 5\%$ 或 1t；

按照铁路货物装载加固规则规定：纵向偏离时，两转向架承受重量之差不得大于 10t；两者选择最小者。

横向偏离：按照铁路货物装载加固规则的规定：横向偏离量不得超过 100mm。

1. 检测思路

因为平台式集装箱检测仪是一种非自动衡器，所以这种衡器的检测主要以国际法制计量组织出版的 R76《非自动衡器》的方法为主导，又由于平台式集装箱检测仪是一种组合式结构形式的固定衡器，其检测方法必须满足集装箱实际使用情况的同时，也必须依据非自动衡器相关要求进行。

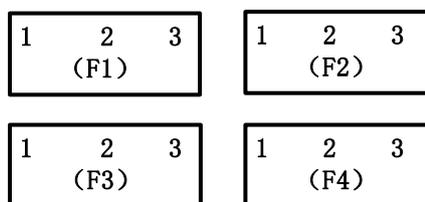
对于集装箱的偏载情况的数学模型，采用材料力学中的力平衡原理：支撑力等于作用力。

前提是：①在称量单元处于水平状态下；②各个称量单元在允差之内。

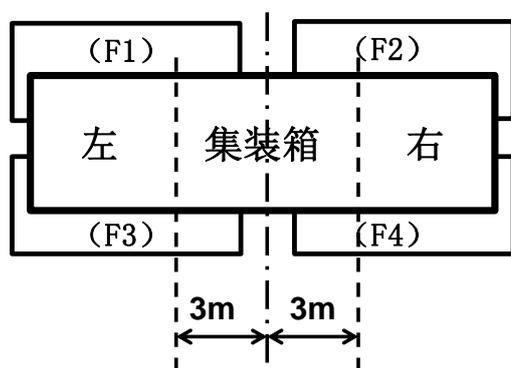
2. 平台式检测方法

(1) 偏载检测

① 考虑到每个称量单元的面积比较小，如果按照四个支撑点加载载荷，进行偏载检测，载荷加载不方便。如果按照两个支撑点相距太近，将两倍的载荷施加到两个支撑点连线两侧两倍的区域内，所加载的载荷又太多，且不能检测称量单元中间的刚度。所以采用在左、中、右三个位置放置不大于称量单元最大秤量 0.4 倍 Max_i 的载荷，同一载荷在不同位置的示值应符合最大允许误差的要求。



② 将相当于 40 英尺集装箱平面尺寸的框架放置于检测仪上，称量后去皮。再在这个框架上均匀放置接近 75%Max 满载重量（包括框架重量）的载荷，将 1t 的砝码置于 40 英尺集装箱左侧中心线 3m 处、右侧 3m 处，计算重心的偏移量。



分别将相当于 20 英尺、40 英尺集装箱平面尺寸的框架放置于承载器上，再在这个框架上均匀放置接近集装箱 90%满载重量（包括框架重量）的载荷。将其

余 10%的载荷置于框架 F1、F2 一侧，或 F3、F4 一侧上，计算系统的重心偏离中心线不大于 100mm。



(2) 称量性能检测

① 称量单元称量性能检测

分别将 Min_i 、500e、2000e、 Max_i 的载荷依次加载到每个称量单元上，满足计量性能要求；

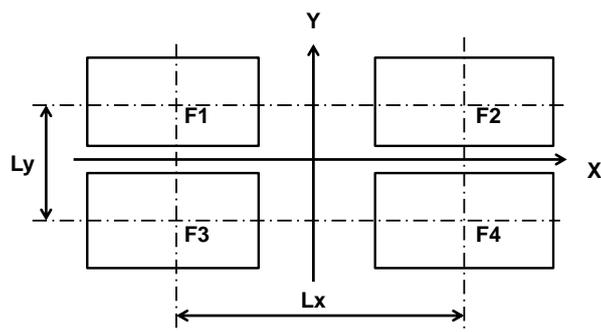
② 系统称量性能检测

依次将 Min 、500e、2000e、 Max 的载荷加载的系统上，满足计量性能要求。

(3) 其它性能检测

其它性能检测包括：重复性、除皮、鉴别力等，

(4) 偏载计算方法



$$\text{偏移系数}y = \frac{|(F_1 + F_2) - (F_3 + F_4)|}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}$$

$$\text{偏移系数}x = \frac{|(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)|}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}$$

偏移距离 $y_L = 0.5 \times y \times L_y$

偏移距离 $x_L = 0.5 \times x \times L_x$

百分比为“0”表示重心在系统正中间，为100%表示重心在系统边缘。

式中：

y_L 偏移的距离，是指实际重心到中心点的 y 方向的偏移距离；

x_L 偏移的距离，是指实际重心到中心点的 x 方向的偏移距离。

L_y 是 1 号、2 号和 3 号、4 号称量单元的中心距；

L_x 是 1 号、3 号和 2 号、4 号称量单元的中心距。

例 1：

设 Y 轴为 0 点，称量单元 1 和称量单元 3 示值为 10200kg，称量单元 2 和称量单元 4 示值为 9800kg。F₁、F₃ 和 F₂、F₄ 称量单元中心距 L_x 为 2m。

$$x = \frac{(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)}{F} = \frac{10200kg - 9800kg}{20000kg} = 0.02$$

$$x_L = x \times 0.5 \times L_x = 0.02 \times 0.5 \times 1m = 0.01m$$

如果考虑到左右重心偏移 100mm；

$$x = \frac{(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)}{F} = \frac{11000kg - 9000kg}{20000kg} = 0.1$$

$$x_L = x \times 0.5 \times L_x = 0.1 \times 0.5 \times 2m = 0.1m$$

设 X 轴为 0 点，称量单元 1 和称量单元 2 示值为 10200kg，称量单元 3 和称量单元 4 示值为 9800kg，F₁、F₂ 和 F₃、F₄ 称量单元中心距 L_y 为 6m。

$$y = \frac{(F_1 + F_2) - (F_3 + F_4)}{F} = \frac{10200kg - 9800kg}{20000kg} = 0.02$$

$$y_L = y \times 0.5 \times L_y = 0.02 \times 0.5 \times 6m = 0.06m$$

例 2：

设 Y 轴为 0 点，称量单元 1 和称量单元 3 示值为 20200kg，称量单元 2 和称量单元 4 示值为 19800kg。F₁、F₃ 和 F₂、F₄ 称量单元中心距 L_x 为 2m。

$$x = \frac{(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)}{F} = \frac{20200kg - 19800kg}{40000kg} = 0.01$$

$$x_L = x \times 0.5 \times Lx = 0.01 \times 0.5 \times 2m = 0.01m$$

如果考虑到左右重心偏移 100mm:

$$x = \frac{(F_1 + F_3) - (F_2 + F_4)}{F} = \frac{22000kg - 18000kg}{40000kg} = 0.1$$

$$x_L = x \times 0.5 \times Lx = 0.1 \times 0.5 \times 2m = 0.1m$$

设 X 轴为 0 点, 称量单元 1 和称量单元 2 示值为 22200kg, 称量单元 3 和称量单元 4 示值为 17800kg, F1、F2 和 F3、F4 称量单元中心距 Ly 为 6m。

$$y = \frac{(F_1 + F_2) - (F_3 + F_4)}{F} = \frac{22200kg - 17800kg}{40000kg} = 0.11$$

$$y_L = y \times 0.5 \times Ly = 0.11 \times 0.5 \times 6m = 0.33m$$

例 3:

在 40 英尺集装箱的一端加放 1000kg 载荷检测重心偏载情况。

$$y = \frac{(F_1 + F_2) - (F_3 + F_4)}{F} = \frac{1000kg}{40000kg} = 0.025$$

$$y_L = y \times 0.5 \times Ly = 0.025 \times 0.5 \times 6m = 0.075m$$

四、结束语

1. 本产品已经于 2015 年申报了《一种新型的拼接式集装箱静态偏载检测机构》,

2. 本检测仪的偏载计算模型是建立在材料力学“力平衡”原理基础上的, 通过多年的应用是简单方便。

3. 从以上几个例子, 我们可以清楚的看到, 关于偏载指标的参数是否存在的问题?

参考文献

[1]OIMLR76《非自动衡器》(2006E)

[2]TB / T3096—2004 铁路货车超偏载检测装置

[3]JJG(铁道)129—2004 铁路货车超偏载检测装置检定规程

[4]GB/T1413-2008 ISO668:1995 系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量

[5]国际海洋公约的国际海上人命安全公约 (SOLAS)